

PERSPECTIVAS RECIENTES DE LAS COMUNICACIONES OPTICAS

J. A. Martín Pereda

En el presente artículo se ofrece una visión resumida de los últimos desarrollos en Comunicaciones Ópticas, centrando la exposición en los componentes, las fibras y los sistemas. A modo de complemento se ofrecen también algunas ideas sobre el nuevo campo de actuación de las fibras ópticas: los sensores.

Uno de los ejercicios más habituales, que a veces llegan casi a convertirse en rito, es el intento de bosquejar, en unas breves líneas, la situación presente de un determinado campo o de una determinada tecnología. En este ejercicio, los últimos párrafos deben de llevar necesariamente algo así como un pronóstico de cuál se intuye que sea su evolución en el próximo futuro y también, algunas veces, una especie de inventario de, o bien los principales grupos trabajando en el tema o bien las industrias más características con sus más recientes productos.

Tanto una cosa como otra, la de hacer un pronóstico o la de hacer un inventario, suele ser en la mayoría de las ocasiones poco efectivo por la propia naturaleza de lo que se está estudiando.

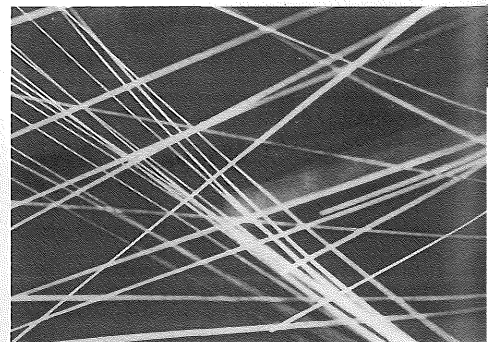
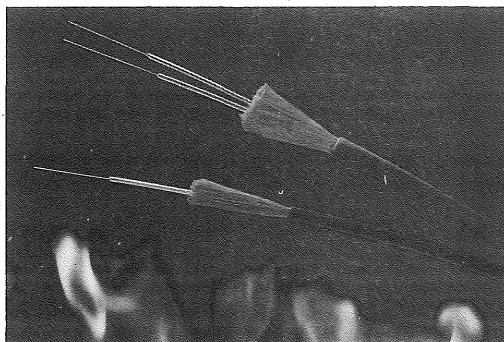
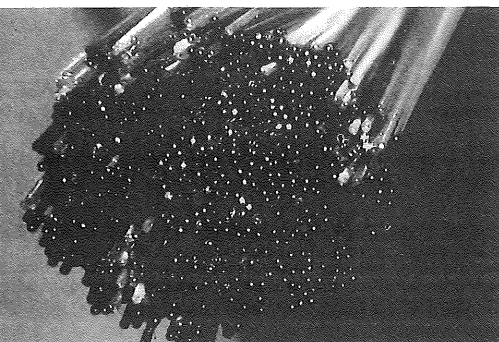
Si la tecnología es una de las consideradas convencionales, porque lo que ocurrirá dentro de un año apenas será diferente de lo que sucede hoy y porque los grupos e industrias existen-

tes son ya conocidos por todos, desde hace seguramente bastante tiempo.

Si la *tecnología* es una de las *emergentes*, porque un año de tiempo puede ser demasiado como para que entre medias no haya ocurrido algo que puede trastocar el camino previsto y como para que grupos e industrias existentes hoy no sean nada mañana y las de mañana aún no hayan aparecido. Y todo ello, mucho más, cuando existe un cierto intervalo de tiempo entre que se hace el pronóstico y el mismo surge a la luz pública.

En cualquier caso siempre es un buen ejercicio y, tanto al que lo escribe como al que lo pueda leer, le sirve de pequeño ejercicio de reflexión.

Sirva lo anterior como prólogo a un nuevo planteamiento de la situación que, más o menos, a la luz de la literatura recientemente publicada, se encuentran las *Comunicaciones Ópticas* en general y, algunos de sus *componentes básicos*, en particular. Y como éstos hoy, no son únicamente aplicados a comunicaciones, sino que muchos otros campos de la tecnología,



como el de los *sensores* o el de los equipos de *alta fidelidad*, se han beneficiado en gran medida de sus avances, parece también aconsejable mencionar algo de su desarrollo.

Y a modo de resumen habría que decir que, como en el caso de algunas otras áreas de las hoy denominadas **Nuevas Tecnologías**, las Comunicaciones Ópticas ofrecen, por un lado, vaivenes que modifican orientaciones tomadas no hace más de unos meses atrás y por otro, reverdecimiento de caminos antiguos ya ampliamente conocidos por otras técnicas y otros investigadores de otros campos.

Algunos pueden achacar esto último a escasez de ideas pero otros pueden apuntar que es tan sólo un mejor aprovechamiento de lo ya conocido. Visto desde muy cerca puede parecer, a veces, que solo hay avances en desarrollos ya de tipo comercial. Pero cuando se observa con una cierta perspectiva, aparecen también cambios y avances significativos que, a la larga, dan al traste con todo lo anterior. Algo de todo eso será lo que plantearemos aquí.

Objetivos preferenciales hoy de las Comunicaciones Ópticas

Cuando las Comunicaciones Ópticas aparecieron con fuerza en la literatura especializada al principio de los 70, tras una década, la de los 60 de fuertes vacilaciones de enfoque, casi todos los especialistas las auguraron un espléndido futuro en el terreno de los enlaces de larga distancia. En ese terreno servirían como unión de grandes ciudades, entre las que existiría una fuerte necesidad de intercambio de información. Tal opinión se veía fundamentada con el hecho de la fuerte bajada en la atenuación de la fibra óptica y que permitía aumentar la distancia entre repetidores. La gran capacidad de transmisión inherente, se veía reforzada así con las pocas pérdidas por kilómetro.

El planteamiento que se hizo fue el de considerar que el papel más importante de la Óptica estaría en el emisor, en el medio de transmisión y en el receptor. Una vez que la información llegaba a un núcleo importante, medios más convencionales servirían para llevarla a los usuarios.

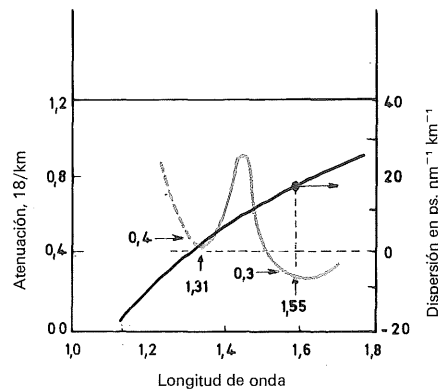


Fig. 1. Atenuación y dispersión típica de una fibra monomodo.

Fig. 2. Esquema acerca de la evolución de la tecnología de fibras ópticas.

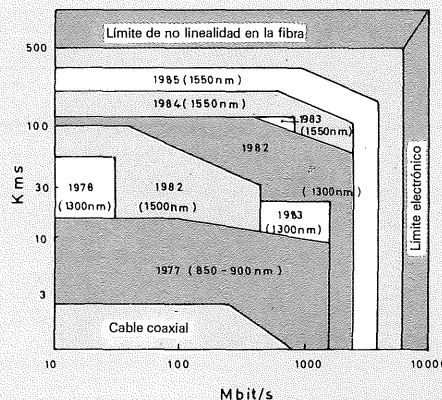
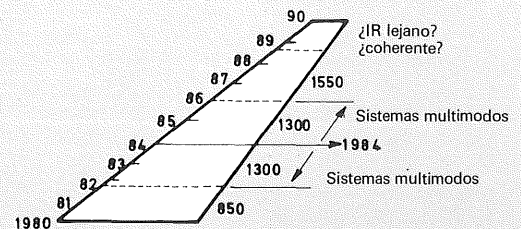
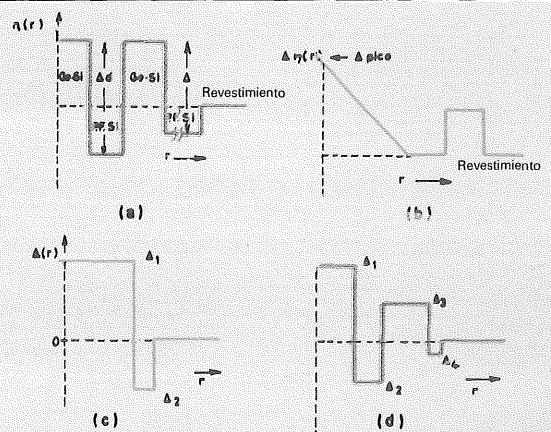


Fig. 3. Desarrollo de los sistemas experimentales de fibra óptica, a partir de los primeros modelos.

Fig. 4. a) Estructura de núcleo segmentado; b) Estructura de núcleo segmentado para fibras con dispersión trasladada; c) Estructura del perfil del índice de W o de doble revestimiento para fibras con dispersión encubierta; d) Estructura de cuádruple revestimiento para fibras con dispersión encubierta.



No es fácil encontrar, en esa época, artículos en los que se avancen como posibilidades de importancia, la de las *redes de área local* (LAN) y, mucho menos, que *dispositivos totalmente ópticos* pudieran llegar a tener, en un plazo más o menos largo, una importancia análoga a la que podían tener entonces los puramente electrónicos.

Con estos planteamientos se llegó a nuestros días, en los que los servicios de este tipo, y de acuerdo con el total de las ventas, han llegado casi a alcanzar los dos tercios. Las políticas de expansión y de reemplazamiento de líneas de larga distancia de las principales compañías telefónicas de los países más desarrollados, se basaron en una confianza real en el cable de fibra óptica. Pero la situación, a nivel mundial, comienza a modificar levemente este hecho.

La prueba se encuentra en la evolución de las ventas durante el año 1986, que aunque no puede decirse que hayan disminuido con respecto a las de años anteriores, al menos en lo que a cable se refiere, no han crecido

en la forma que se hubiera podido esperar, de acuerdo con la tendencia previa. Así hay ya quien anuncia que el pasado año, mirado desde lejos, quizás no será lo que puede llamarse «un mal año» sino «un *año de transición*». Pero transición, ¿hacia dónde?

La transición parece que será hacia lo que ya desde hace varios años se está anunciando en las principales Conferencias del área: hacia sectores del mercado no centrados esencialmente en las telecomunicaciones. De una manera sencilla, los principales segmentos que parece podrán estar incluidos en el futuro mercado de las fibras ópticas, pueden ser resumidos en los siguientes grupos:

- Telecomunicaciones
- Aplicaciones en Defensa
- Redes locales y de ordenadores
- Transmisión de video
- Industria del automóvil
- Medicina
- Sensores.

La utilidad demostrada en el campo de las Telecomunicaciones ha estimulado la aplicación en otros campos y

esto ha llevado consigo otras variaciones fundamentales de la industria del sector. En primer lugar ha sido necesaria una mayor diversificación de los productos ofertados.

La mayor parte de las industrias se han encontrado con un mercado que ya no se dirige a ellos pidiéndoles unos determinados requisitos sino que las pide un catálogo de productos para seleccionar de ellos los que le puedan interesar. Y al mismo tiempo, dado que la oferta es cada vez más amplia, aunque también lo sea la demanda, ha comenzado una rápida carrera de descenso de los precios.

Quizás la relación costo/comportamiento es lo que comienza a caracterizar a un producto, más que sólo el denominador, como lo era hasta hace muy poco tiempo. Esto, desde un cierto punto de vista, puede marcar el inicio de una etapa en la que esta tecnología haya llegado a su madurez.

Cabe entonces, a la vista de lo anterior, hacer un pequeño bosquejo de lo que ello ha supuesto; o lo que es lo mismo, qué *nuevos componentes* o

FIBRAS MONOMODO

| Compañía | Margen de Transmisión (nm) | Atenuación (dB/Km) | Dispersión nula | Dispersión máxima y margen (ps/km) | Longitud máxima del cable (km) |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|
| AT&T | 1310-1550 | 0,4/0,35 | 1310±10 | 3,2 (1285-1300) 17 (1550) | — |
| Cabloptic | 1275-1325 | 0,5 | 1315 | 4 | 4,5 |
| Corning-Glass Works | 1300 1550 | 0,4-0,22 | 1300 1550 | 3,5 (1285-1330) 2,5 (1525-1575) | 12,6 12,6 |
| Furukawa Elec. America Inc. | 1285-1330 | 0,4 | 130±20 | 3,5 (1285-1330) | 10,0 |
| Gec. Optical Fibre. Ltd. London | 1300 | 0,4-1,1 | 1305 | 6 (1275-1325) | 12 |
| ITT Electro-Optical | 1300 | 0,5-1 | 1310 | 3,5 (1285-1330) | 5 |
| Pirelli Cable Corp. | 1300 | 0,4-1 | — | 3,5 (1285-1330) | 6,4 |
| Standard Wires & Cable Co. | 1300-1550 | 0,5 | 1300 | 3,5 (1285-1330) | 6 |

FIBRAS MULTIMODO

| | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|---|-----------------------------------|-----|
| AT&T | 825-1300 | 3,50-1,20 | — | 300-1100 (825) 300-1100 (1300) | — |
| Cabloptic S. A. | 1200-1600 | 0,8 | — | — | 4,5 |
| Corning Glass Works | 850-1300 | 3,2 | — | — | 10 |
| Diaguide Inc. | 850 | 3 | — | — | 10 |
| Furukawa | 1285-1330 | 0,7-1,0 | — | — | 10 |

Tabla 1. Mercado actual de fibras suministradas por los principales fabricantes.

qué nuevos desarrollos han surgido con fuerza en los últimos meses. Y con este fin, los aspectos que se estudiarán son los de componentes, fibras, sistemas y sensores.

Otras aplicaciones, que han implicado un fuerte desarrollo de algunos componentes, como por ejemplo las del láser en reproducción de sonido, no serán considerados aquí ya que, aunque, ésta por ejemplo, ha hecho que se eleve el número de láseres de semiconductores vendidos en casi dos órdenes de magnitud, no tienen nada que ver, realmente, con comunicaciones ópticas.

Componentes

Casi como algo obvio, hasta hace no muchos años, el punto focal de las Comunicaciones Ópticas se centraba en, como se dijo antes, el emisor, el receptor y la fibra óptica. El resto de los componentes eran clásicos y, por ello, apenas se consideraban. Mas la importancia vital que están adquiriendo las redes de área local (LAN), con sus nuevos requisitos, así como las comunicaciones coherentes, que serán vistas en el apartado de sistemas, ha obligado a la aparición de un conjunto de dispositivos no convencionales cuyo auge es mayor cada día. Nos estamos refiriendo, por una parte, a todos los derivados de la ya clásica Óptica Integrada y, por otra, a los derivados de los pozos cuánticos múltiples (MQW, Multiple Quantum Well).

La *Óptica Integrada*, después de más de quince años de un lento andar, ha iniciado una carrera rápida hacia lo que puede ser su consolidación en un sector claro del mercado. Dispositivos de guía-onda en NiO_3Li pueden ya encontrarse en los catálogos de dos compañías americanas. En ambos casos se trata de moduladores, de intensidad luminosa con montaje de interferómetro de Mach-Zehnder el de uno de ellas, y de fase el de la otra. Pero quizás el punto de inflexión más significativo lo constituye la adopción de materiales semiconductores, del tipo de los compuestos III-V, como sustrato básico. Gracias a ellos, no son solo guías lo que pueden fabricarse, sino también emisores y receptores en el mismo bloque. Los programas de integración han proliferado y varias compañías han ofertado, por ejemplo, re-

ceptores ópticos, en un único chip, que poseen dos o más detectores y más de 300 puertas, funcionando a 2 Gbit/s. Otros semiconductores, basados en compuestos II-IV, se han demostrado también válidos para su uso en chips fotónicos como conmutadores ópticos.

Aunque muchos de estos componentes han estado presentes en la literatura desde hace bastantes años, gracias a una serie de importantes mejoras en su comportamiento, sólo hoy puede decirse que tienen una realidad tangible. Todos estos módulos pueden ser la piedra angular para el desarrollo de las LAN. Algunas realizaciones, con capacidades de trabajo de hasta 200 Mbit/s, pueden ser aplicadas ya en equipos de comunicación de datos y entre ordenadores.

Y cabría hablar aquí de dos tipos de componentes cuya aparición ha marcado fuertemente el cambio: los emisores de luz y los acopladores bidireccionales. No son, evidentemente, los únicos pero sí quizás los más significativos.

El hecho más importante que ha acontecido a los *láseres de semiconductor*, dejando aparte los nuevos tipos necesarios en Comunicaciones Coherentes que veremos después, es el fundamental de su reducción de precio. Si antes, cuando el único mercado era el de las Telecomunicaciones de larga distancia, no era un factor clave el precio del láser, si lo puede ser ahora al introducirse en otros mercados donde son necesarios en mucho mayor número. Y esto ha hecho que láseres trabajando en $1,3 \mu\text{m}$, lleguen a costar ahora algunos cientos de dólares, cuando hace no mucho alcanzaban varios miles. Y conjuntamente con ello agrupaciones de láseres en un mismo encapsulado, han tomado también un fuerte impulso. Así, ya están a la venta algunos de ellos que pue-

den llegar a suministrar hasta 200 mW de onda continua que pueden ser acoplados a fibras de $100 \mu\text{m}$ de núcleo. Su empleo más significativo es como elementos de bombeo en láseres de Nd:YAG, cuyo uso se generaliza en distintos campos.

Unas pocas palabras merece el tema de los *acopladores bidireccionales*. Como ya es conocido, uno de los requisitos más comunes en la mayor parte de los sistemas de comunicación es que un mismo canal pueda ser empleado en ambas direcciones, esto es, que la información transmitida y la recibida viajen por el mismo medio. Este hecho, que es algo muy común en medios como el cobre, puede hacerse también en comunicaciones ópticas por medio de acopladores constituidos, la mayor parte de las ocasiones por un tripolo, o lo que es lo mismo, un dispositivo que adapta dos ramas de entrada/salida con una de salida/entrada. Con esquemas sin mucha sofisticación, se ha demostrado la posibilidad de transmitir velocidades de datos, totalmente duplex, de más de 2 Mbit/s y hasta 2 km de longitud. Lo más importante de estas realizaciones es que se han hecho con SJT (Semiconductor-Junction Transceivers) esto es, con LED's o con Diodos Láser polarizados en inversa de manera que puedan hacerse fotosensibles. Algunos otros modos de trabajo, presentados previamente requerían un uso adicional de otros componentes ópticos o de un multiplexado por división en longitudes de onda (WDM). Como puede apreciarse, se sigue manteniendo el principio de conseguir lo mejor por la forma más fácil posible.

Queda, para concluir por el momento este apartado de componentes, decir unas breves palabras sobre los MQW. Hasta hace no más de dos años, los dispositivos con este tipo de estruc-

Tabla 2. Comportamiento de los diversos emisores de luz.

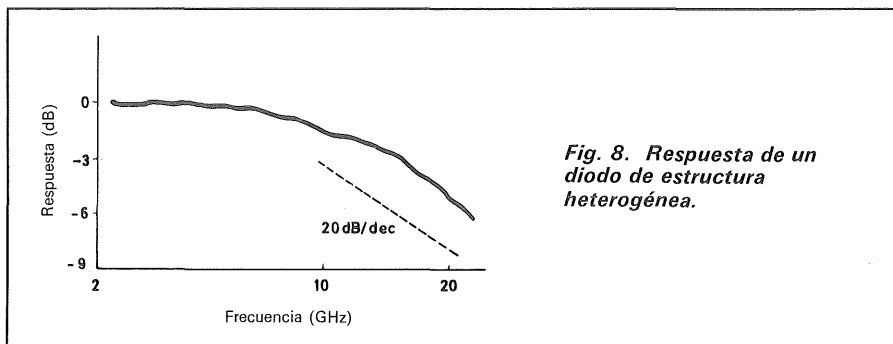
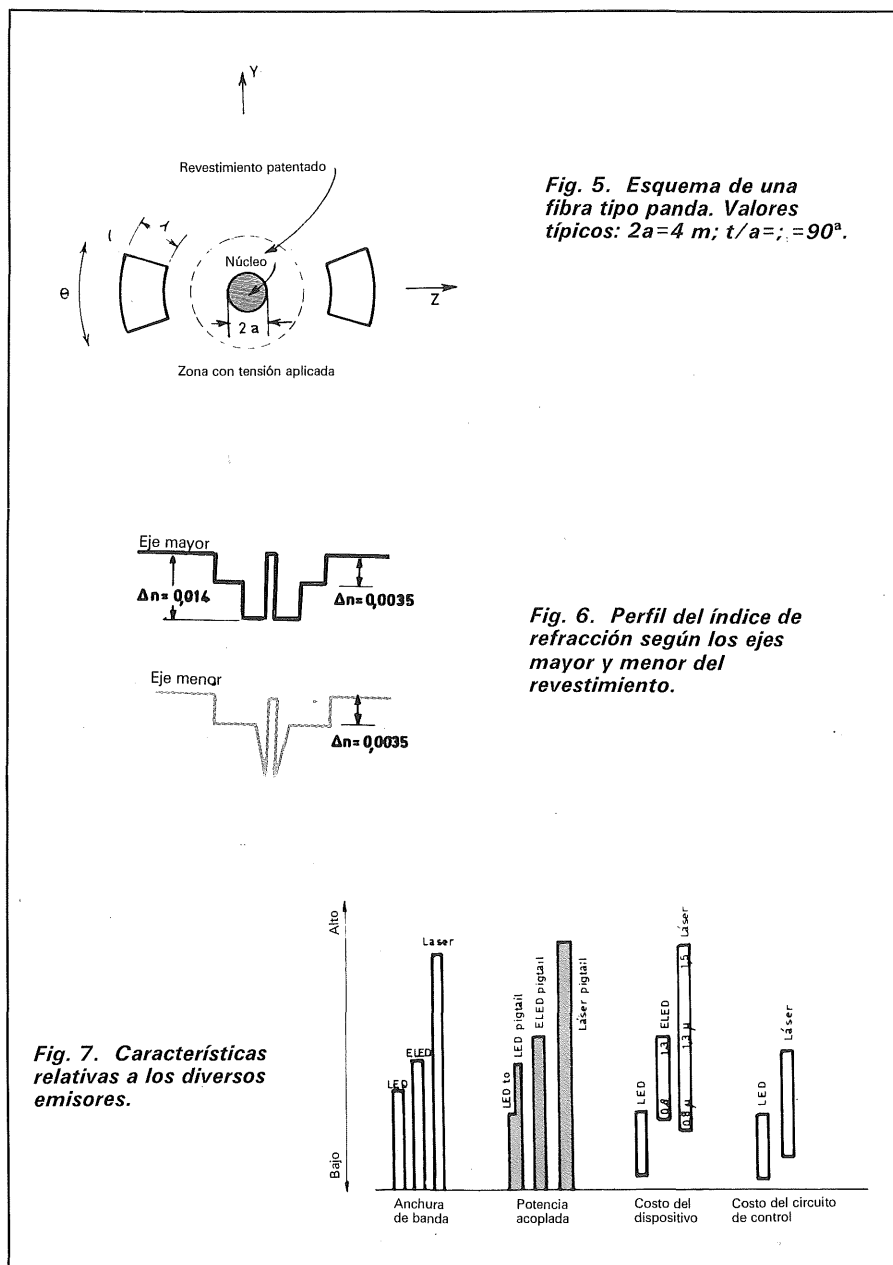
| | LED de superficie | LED de bordes | Láser |
|---|-------------------|---------------|-------------|
| — Potencia suministrada a la fibra monomodo | -30 | -10 | -5 |
| — Velocidad (Mbit/s) | 200 | 1000 | 10000 |
| — Refrigeración | aleta | aleta | aleta |
| — Costo del transmisor | bajo | medio | medio |
| — Fiabilidad | alta | media | media |
| — Margen (km) | 1 | 20 | 20 |
| — Margen de temperatura °C | -40 ÷ +70°C | -40 ÷ +70°C | -40 ÷ +70°C |

tura no pasaban de objetos de laboratorio con resultados para ser comentados en cualquiera de los congresos de Fotónica o de Electrónica Cuántica que se multiplican por el mundo. Pero el fuerte apoyo dado a su desarrollo por las industrias electrónicas y de Telecomunicación más potentes de Estados Unidos ha hecho que su caminar se acelere y muy pronto se estime que puedan ser incorporados a los circuitos optoelectrónicos integrados, funciones puramente fotónicas, o dicho de otra manera, totalmente ópticas sin intervención de la Electrónica. Su tecnología, basada como es sabido en el uso de capas muy finas, de varias decenas de Å, de compuestos III-V de GaIn As P y Ga Al As, se ha centrado en el desarrollo de dispositivos láser, moduladores y detectores. No es arriesgado predecir que en un muy breve plazo puede que aparezca el primer dispositivo comercial en el mercado.

Fibras

El planteamiento del estado actual de las fibras ópticas obliga a hacer tres apartados con muy distinto enfoque. Uno primero se refiere a las fibras que pudiéramos denominar convencionales, esto es, aquellas destinadas a usos ya establecidos y con unos requisitos más o menos habituales. El segundo implica el conjunto de condiciones que deben cumplir las nuevas fibras si se desea que se adapten de la mejor forma posible a las futuras comunicaciones coherentes. Y finalmente, el tercero engloba a los recientes desarrollos de fibras con capacidad de trabajo en el infrarrojo y cuyas aplicaciones, aunque intuitivas, están todavía un poco fuera de los encuadres al uso. Pasemos, en consecuencia, a ver brevemente qué hay dentro de cada uno de ellos.

Y no habría mucho dentro del primero, si la situación que se planteó en un apartado anterior no hubiera existido, esto es, si no hubiera estado presente el fuerte auge de las redes de área local que se comentó. Por ello, si hace no mucho se podía decir sin demasiados problemas que la tendencia era al uso casi exclusivo de las *fibras monomodo*, ahora tal aserto no es tan claro. Dadas las condiciones de trabajo de una LAN, donde las distancias son mucho más cortas, donde la información



a transmitir, aunque alta, no lo es tanto como lo sería en una unión entre dos grandes ciudades, las ventajas de

trabajo en monomodo con un láser dejan de ser tan claras, sobre todo al ver el precio que puede tener trabajar en

| Topología de la red | TX óptico | RX óptico | Conectores | Acoplador en estrella | Acoplador direccional | Conmutador bypass |
|---------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| Anillo | X | X | X | | X | X |
| Estrella | X | X | X | X | | |
| Bus en línea | X | X | X | | X | X |

Tabla 4. Resumen de los componentes ópticos para las distintas topologías de LAN.

multimodo y con LED's. De hecho, las últimamente menospreciadas fibras de plástico, de gran diámetro de núcleo, han vuelto a tomar un ligero aire de recuperación. Su mayor facilidad de acoplo y las mejores posibilidades de conectores con tolerancias más altas las confiere algunas ciertas ventajas. Una vez más, no conviene olvidar ideas deshechadas porque pueden ser útiles en el futuro.

Por lo que respecta al segundo apartado, al de las *fibras especiales* destinadas al uso en comunicaciones coherentes, su caminar sigue a la misma velocidad que hace un año. Quizás se ha profundizado algo más en la teoría de transmisión por medios de alta birrefringencia y por guías de secciones no circulares pero no han surgido muchas novedades en lo que se refiere a nuevos tipos. Quizás, y sólo a modo de indicación, puede señalarse que la situación no es todavía todo lo satisfactoria que sería de desear. Teniendo en cuenta que de lo que se trata es de conseguir fibras que únicamente soporten un tipo de polarización de la radiación incidente, lo que pretende obtener son fibras que no reconvierten modos a la más mínima perturbación. Pues bien, los últimos números obtenidos dan, para la relación P_x/P_y entre las potencias transmitidas según los ejes mayor y menor, un valor de 20 dB por encima del que se obtiene en fibras convencionales. Este valor, aunque aceptable, está todavía lejos de ser el ideal.

Queda, finalmente, el apartado de las *fibras en el infrarrojo* medio. Hasta la fecha, hay ya tres grupos que han anunciado pérdidas menores de 1 dB/km para valores de la longitud de onda de 2,55 y 2,6 μm . Hay, de hecho, uno que ha presentado 0,7 dB/km. Y aunque estos valores no son ofertados comercialmente todavía, sí existen ya algunas compañías que presentan ciertos modelos en sus catálogos. El futuro de las comunicaciones a estas longitudes de onda parece intuible que

| | |
|---|---|
| — Comportamiento dentro de los límites. | Retardo inadvertible 10-10/millar BER. Transmisión de banda ancha. |
| — Error de señalización. | «Handshaking» mínimo. (ACK y NACK eliminados). |
| — Control del flujo de datos. | No aplicable para los circuitos virtuales. Control del origen para los datos perturbados. |
| — Hardware/Software. | Supervisión inteligente en cada nodo. |
| — Comportamiento a plena carga. | Respuesta uniforme en cualquier condición de carga. |

Tabla 3. Características de una red de fibra óptica.

está aún algo lejano. Pero a corto plazo, campos como el suministro de potencia en Medicina, el procesado industrial o la espectroscopía pueden beneficiarse de las actuales fibras.

Sistemas

Después de haber sido vista la situación en lo que se refiere a componentes y a fibras, ha quedado claro que el mayor énfasis en sistemas se está dando dentro del campo de las *comunicaciones coherentes*. Un método que había sido ampliamente empleado en radio, el de la *heterodinización*, vuelve a tener importancia en Comunicaciones Ópticas. Según se ha demostrado, de esta manera puede incrementarse la sensibilidad de los sistemas de Comunicaciones Ópticas en uno o dos órdenes de magnitud. Los últimos resultados experimentales han dado transmisiones coherentes de 1 Gbit/s en distancias de hasta 150 km. Los tipos de modulación empleados han sido bien un modulador externo adicionado a la fuente láser o bien una modulación directa sobre el propio láser.

Evidentemente, las comunicaciones coherentes pueden aprovechar mucho mejor el alto ancho de banda intrínseco de las fibras al mismo tiempo que, dada la menor exigencia de potencia recibida, se mejora considerablemente la sensibilidad de los sistemas. Así,

el heterodinaje podrá permitir que miles de canales, de longitudes de onda muy próximas entre sí, puedan ser transmitidos por una única fibra en lugar de los, como muchos, seis que con las técnicas hoy usuales de multiplexado por división en longitudes de onda se llegan a transmitir. El hecho que aparece claro es, sin duda, el de que, a no ser que las cosas cambien mucho a corto plazo, el futuro de las Comunicaciones Ópticas estará en las Comunicaciones Coherentes.

Sensores

Muy pocos podían haber pensado, no hace más de cinco años, que uno de los mercados más prometedores para las fibras ópticas sería el de su aplicación como sensores. Después de no más de ocho años de desarrollo nadie puede decir que los sensores de fibras ópticas sean algo que es posible que tenga futuro, porque, de hecho, ese futuro les está llegando ya. Mediante la alteración de las características de la luz que se transmite por su interior, estos sensores pueden hoy detectar casi cualquier otro tipo de estímulo que puedan detectar los otros sensores existentes, desde presión hasta campos magnéticos y desde rugosidades hasta aceleraciones. Y lo que es más importante, en muchos casos, con mucha mayor sensibilidad. Como, por otra parte, son mucho más compactos

y más inmunes a agentes perturbadores, como campos electromagnéticos o a corrosiones, su empleo en ambientes febriles comienza a ser cada vez más usual.

Pero, sin duda, la aplicación que rompió el fuego para su mayoría de edad fue el de su empleo en giroscopios de fibras ópticas. Dos compañías, una americana y otra europea, están en la actualidad llevando al mercado sus productos e iniciando así un nuevo tipo de usos. La inclusión en el desarrollo de un chip de óptica integrada parece decir que muy pronto pueden aparecer producciones casi en serie. En cualquier caso, su uso es ya hoy una realidad.

No parece oportuno continuar hablando de sensores dado que el objetivo primordial de estas páginas eran las Comunicaciones Ópticas. Sí era oportuno sacarlos a la luz, dada la importancia, de cara al mercado de fibras ópticas, que están adquiriendo. En cualquier caso, es un segmento de la tecnología fotónica que no hay que olvidar.

Todo lo anterior es, tan solo, un breve bosquejo de cuál ha sido el movimiento de las Comunicaciones Ópticas en los últimos meses. Bosquejo que por otra parte, ni pretende ser exhaustivo, ni pretende ser exacto al cien por cien en aquellas opiniones, pocas, que nos hemos atrevido a asomar. Como ya he dicho otras veces, en otros sitios, dentro de muy pocos meses, gran parte de lo que aquí se ha planteado estará ya obsoleto y otra gran parte será lo contrario de lo que se ha dicho. Pero eso es siempre parte del juego de las tecnologías emergentes, en las que por muchos sondeos y prospectivas que se hagan, siempre aparecerá un factor adicional que dará al traste con lo que se intuía iba a suceder.

Bibliografía

No parece procedente explicitar, uno por uno, todos los artículos que han servido, aunque solo sea parcialmente, para extraer algunas de las ideas que se han expuesto en este artículo. Quizás es bastante más adecuado hacer referencia a las principales revistas en las que, habitualmente, pueden encontrarse artículos con los últimos desarrollos. Las más significativas son las siguientes:

- IEEE Journal of Lightwave Technology
- IEEE Journal of Quantum Electronics
- Laser Focus/Electro-Optics
- IEEE Spectrum
- Optics Letters
- Journal of the Optical Society of America
- Applied Optics
- Applied Physics Letters
- Electronic Letters.

José Antonio Martín Pereda, Catedrático de Tecnología Electrónica de la ETSITM desde 1975. Su interés profesional se ha centrado en el estudio de diversos temas relacionados con la Electrónica Cuántica y más en concreto con la interacción luz-materia para la realización de dispositivos electroópticos y fotónicos. La mayor parte de sus trabajos han tenido como base a los cristales líquidos como material no lineal y al láser como fuente de luz. Ha desempeñado diversos cargos en la UPM y ha actuado como Secretario-Coordinador de la unidad del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico hasta la constitución de la Secretaría General del mismo, encargándose en la actualidad del Departamento de Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones.